

A hand is raised in the foreground, with the sun shining through the fingers, creating a starburst effect. The background shows a panoramic view of a city, likely Oslo, with buildings and hills under a cloudy sky.

Opas

ympäristöystävälliseen suunnitteluun
& materiaalivalintoihin

Materialisting / 2022

Tunnetko hämmennystä materiaalien ja suunnitteluratkaisujen ympäristöystävällisyyttä koskevan viestinnän ristiaallokossa, tai onko aihealue sinulle kokonaan uusi?

Tämä Opas auttaa sinua ymmärtämään paremmin tätä nopeasti muuttuvaa kenttää, sekä sen taustalla vaikuttavia tekijöitä, haasteita ja ratkaisumahdollisuuksia.

Valotamme myös sitä, mitä työkaluja me Materialistingilla tuomme näihin haasteisiin, helpottaaksemme tulevaisuuskestävien ratkaisujen tekemistä jo tänään!

1	Nopeasti muuttuva pelikenttä 3
2	Uutta normia rakentamassa 4
3	Muuttuva fokus 6
4	Ympäristöystävällisyyden tekijät 7
5	Ympäristötiedon viestinnän keinoja 8
6	Hiilipäästöt 9
7	Pitkäikäisyys, korjattavuus, modulaarisuus 11
8	Kiertotalous 12
9	Terveellisyys 14
10	Vaikuttamisen keinot ja pullonkaulat 15
11	Täydellinen tuote/tila? 17

Materialisting Oy | 19

Linkit | 21

Materialisting Opas 2022
Kirjoittajat

Hilda Rantanen
Sisustusarkkitehti SIO
Materialing Co-Founder, CEO

Sakari Tolppanen
PhD, tutkija
Materialing Co-Founder

1 Nopeasti muuttuva pelikenttä

Maailmamme muuttuu vauhdilla. Elämme keskellä murrosta, jonka vaikutukset havaitaan kaikilla aloilla ja jokaisen elämässä. Kiinteistö- ja rakennusala ovat kriittinen vaikuttaja kohtaamissamme haasteissa; ne vastaavat tällä hetkellä (2021) n. 39% kaikista maailman hiilipäästöistä [1]. Suomessakin rakennusala vastaa n. 40% kaikesta kulutetusta energiasta ja 40-50% kaikesta syntyvästä jätteestä. Euroopassa rakentaminen kuluttaa enemmän raaka-aineita kuin mikään muu teollisuudenala [2]. Alaan kohdistuvat paineet ja odotukset ongelmien ratkaisemiseksi ovat suuret. Jokaisella tehdyllä valinnalla on vaikutus.

EU tavoittelee ensimmäisen hiilineutraalin maanosan asemaa vuoteen 2050 mennessä. Myös Suomi pyrkii hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä [3]. Osana tätä on parhaillaan valmisteilla uusi maankäyttö- ja rakennuslaki, jonka pohjalta tullaan antamaan myös erilliset asetukset vähähiilisuuden arvioinnista. Uusi rakennuslaki tulee edellyttämään rakennus- ja saneerauskohteiden ympäristöarviointia ja tarkkoja päästötietoja [4]. Näiden asetusten on tarkoitus astua voimaan viimeistään vuonna 2024. Vastaavia lakiuudistuksia otetaan parhaillaan käyttöön myös muissa maissa, esimerkiksi Ruotsissa vastaava laki on jo astunut voimaan.

Myös yksityisen sektorin toimijat kantavat korttaan aktiivisesti kehoon, ja myös kiinteistöalalla on herätty toden teolla globaalien kehityssuuntien merkitykseen markkinassa [5, 6]. Vastuullisuus ja ympäristöystävällisyys ovat käsitteinä valtavirtaistuneet, ja niistä on tullut vahvoja kilpailuvaltteja niin kiinteistökaupassa kuin vuokrauksessa. Myös yksittäiset brändit ymmärtävät valintojensa merkityksen kiinteänä osana imagoaan, ja vaatimus yrityksen arvojen mukaisesta toiminnasta kohdistuu myös yrityksen käyttämiin tiloihin ja niissä tehtäviin muutostöihin.

Nopea muutos on nähtävissä myös rakennus- ja pintamateriaalien valmistuksessa [7, 8]. Ympäristöystävällisyys on raivannut tietään ohjaavaksi arvoksi tuotteiden sekä tuotantoprosessien kehittämisessä, ja myös näissä pyritään nyt kohti hiilineutraaliutta. Vastuullisuus ja sen myötä läpinäky-



vyys toiminnassa ovat nostaneet arvoaan nopeasti, ja tehtyjä parannuksia sekä tuotteiden ympäristöystävällisyyttä pyritään todentamaan erilaisin sertifiikaatein ja todistuksin.

Viime vuosina yleistyneet, tuotteille hankittavat EPD-dokumentit (Environmental Product Declaration, ympäristöseloste) ovat eräs standardoitu tapa dokumentoida tuotteen elinkaaren ajalta ympäristöön kohdistuvat päästöt ja kuormitukset. Näiden dokumenttien sisältämän tiedon jatkoehdyntäminen on niiden vaikeaselkoisuuden vuoksi jäänyt kuitenkin valitettavan heikoksi. Erilaiset sertifikaatit on koettu helpommin ymmärrettäviksi ja tästä syystä myös käytännöllisemmiksi välineiksi tuotteiden ympäristöystävällisyyden kommunikoinnissa. Niiden sisältö rajoittuu kuitenkin usein yksittäiseen aihealueeseen, kuten sisäilman laatuun tai raaka-aineen hankintaan, eivätkä ne mahdollista tuotteen tai tuotetyypin ympäristöönsä aiheuttaman kuorman ymmärtämistä laajemmin, tai tuotteiden välistä vertailua. Myös EU-tasolla on huomioitu tarve yhtenäisemmälle menetelmälle tuotteiden ympäristövaikutusten viestinnässä [9], mutta toistaiseksi tarjolla ei ole ollut parempia vaihtoehtoja.

Digitalisaatio ja eksponentiaalisesti lisääntyvä datan määrä ovat suunnittelu- ja rakennusalalla vaikuttavia ja edelleen kehittyviä megatrendejä. Tuotteista tuotetun ympäristödatan suuri määrä ja sen heikot kommunikointikeinot tiedon tarvitsijalle ovat muodostuneet materiaalivalmistajille uudeksi ongelmaksi. Tuotteiden ympäristöselosteille ja -selvityksille ei ole olemassa soveltuvaa hyödyntämiskanavaa, eikä niitä käsitellä kootusti tai vertailukelpoisesti [10]. Ympäristöystävällisimpiä tuotteita ei näin saada suunnittelijoiden tietoisuuteen ja käyttöön tehokkaasti, mistä syystä niiden kehitystyö uhkaa edelleen jäädä marginaaliin tai hidastua. Myös ympäristöarvoihin panostavat pienet toimijat jäävät usein varjoon, vaikka tuote olisi erittäin kilpailukykyinen, koska sen ei ole mahdollista vertautua markkinassa suoraa ympäristöarvojen perusteella.

Suureksi onneksi yleisesti on havaittavissa vahva tahtotila rakennusalan ja materiaalien ympäristöystävällisyyden parantamiseksi. Ymmärrys muutoksen tärkeydestä on saavuttanut eri toimijat lainsäätäjistä materiaalivalmistajiin ja suunnittelijoihin, ja suurin osa pyrkii tekemään omalla kohdallaan työtä muutoksen edistämiseksi. Eri toimijoiden välillä tieto tuotteiden ympäristöarvoista ja niiden eteen

tehdystä työstä ei kuitenkaan kulje sujuvasti, tai sen luotettavuutta on vaikea todentaa. Tämä muodostaa prosesseihin pullonkauloja ja lisää viherpesun uhkaa [11, 12].

Ympäristöarvojen viestinnän kenttä on hyvin nopeasti muuttuva maailma, jossa tieto on edelleen sekalaista, käytänteet muuttuvat nopeasti, muutosten perässä pysyminen on vaikeaa ja viherpesun pelko on suuri. Suunnittelijan keinot todella tiedostavien päätösten tekemiseen materiaali- ja tuotevalinnoissa uhkaavat jäädä riittämättömiksi muutosten edessä.

Me Materialistingilla auttamme suunnittelijaa navigoimaan muuttuvien vaatimusten edessä ja tarjoaa työkaluja ympäristötiedon saamiseen luotettavasti ja helposti. Toiminnallamme tahdomme edistää materiaalien ympäristövaikutusten roolia materiaalivalintoja ohjaavana tekijänä heti suunnitteluprosessin alkumetreillä, jolloin vaikutusmahdollisuus toteutuksessa käytettäviin ratkaisuihin on vielä suurin.



Uutta normia rakentamassa



Maailmassa tapahtuva muutos kohti kestävämpiä ja ympäristöystävällisempiä käytänteitä on nopea, ja koskettaa myös kaikkia rakennus-, suunnittelu-, ja kiinteistöalalla työskenteleviä. Muutoksen nopeuden ja laajuuden huomioiden on huolestuttavaa, kuinka vähän arkkitehdeillä, sisustusarkkitehdeillä ja muilla tilasuunnittelijoilla, rakennuttajakonsulteilla, urakoitsijoilla, sekä muilla materiaalivainnoista päätöksiä tekeville henkilöillä on tällä hetkellä tietoa tai työkaluja materiaalien ja suunnitteluratkaisujen ympäristöystävällisyyteen vaikuttavien tekijöiden arviointiin [13].

Suunnittelijoiden saada tieto tuotteiden ympäristöystävällisyydestä lepää tällä hetkellä pääasiassa yksittäisten tuote-esittelijöiden sanan varassa. Tämä lisää myös painetta materiaalivalmistajien myyntiedustajien koulutukseen, eikä kilpailuetujen argumentointi vaikeaselkoisten ympäristöselosteiden (EPD) nojalla ole useinkaan sujuvin, saati tuottavin ratkaisu. Tuotteen vaikutus ympäristöön saattaa pahimmillaan jäädä ymmärtämättä niin

myyntiedustajalta kuin suunnittelijalta, esitettyjä väittämiä tuotteista ei osata perustella faktapohjaisesti, tai tiedon lähdettä ei osata osoittaa.

Suunnittelijat tekevät työtään useimmiten sekä aikataulu- että kustannuspaineessa. Kun tarpeeksi käytännöllisiä tapoja erilaisten tuotteiden ympäristötiedon hankkimiseen, saati vertailuun, ei ole, päätyy suunnittelija helposti hyödyntämään tuttuja, hyväksi todettuja materiaaleja ja toimittajia. Näin kuitenkin käsitys materiaalien kehityksestä sekä markkinan todellisesta tarjoamasta jää vajaaksi. Seurauksena myös ympäristöystävällisempien tuotteiden tuotekehitys jää helpommin marginaaliin, käyttäjien valintojen kohdistuessa edelleen pääasiassa ennestään tuttuihin tuotteisiin.

Myös suunnittelijoiden luottamus saatuun tietoon uhkaa heikentyä valmistajien pyrkiessä kilpailemaan tuotteidensa erilaisilla vastuullisuusarvoilla, ja luonnollinen kilpailu kääntyy paineen alla viherpesuksi. Ympäristöarvojen todellinen löytäminen ja vertailu eri tuotteiden kesken ollessa haastavaa ja avoimen vertailtavuuden puuttuessa kääntyminen ennestään tuttujen valintojen puoleen on entistä houkuttavampi ratkaisu.

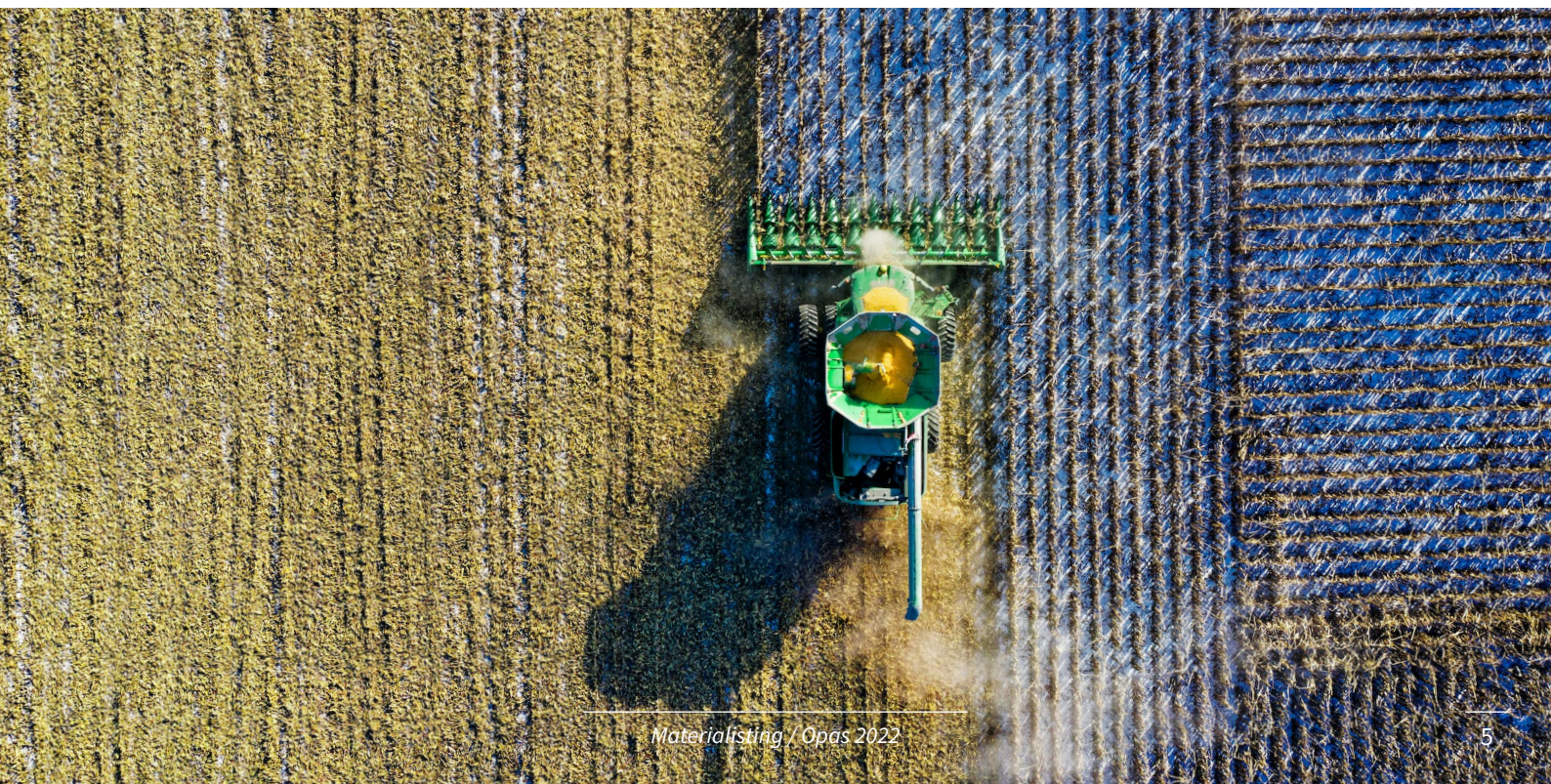
Ymmärtämyksen ympäristöystävällisistä suunnitteluratkaisuista ja materiaaleista rajautuessa edelleen valitettavan marginaaliseen suunnittelijakuntaan, materiaalien ympäristövaikutukset huomioivien suunnitteluratkaisujen tekeminen edellyttää joko vahvaa painotusta suunnittelutoimiston arvomaailmassa, tai voimakasta yksittäisen suunnittelijan henkilökohtaista kiinnostusta. Tiedon löytämiseksi ei ole helppoa keinoa, eivätkä suunnittelijat usein saa korvausta asian tutkimiseen omaehtoisesti käyttämästään ajasta. Hajanaisista lähteistä hajanaisessa muodossa löytyvän, vaikea-

tulkintaisen tiedon kerääminen ja mahdollinen vertailu edustaakin nykytilanteessa huomattavan suurta satsausta työtunneissa. Ympäristövaatimukseen materiaalivalintojen suhteen herääminen vasta suunnittelutyön ollessa loppumetreillä, esimerkiksi asiakkaan toimesta, tarkoittaakin venymistä niin aikataulussa, budjetissa sekä työhyvinvoinnissa.

Kuten muillakin aloilla, myös suunnittelu- ja rakennusalalla valveutuneimpia ympäristöasioissa ovat nuoret [14, 15], ja ympäristöystävällisyyden painotus näkyynkin jatkuvasti vahvempana myös suunnittelijoiden koulutuksessa. Ammattiin valmistuvilta on siis odotettavissa suurempaa valmiutta ympäristötietoisten valintojen tekemiseen työnsä kautta, mutta myös alan käytänteiden on kehityttävä ja kyettävä vastaamaan näiden uusien ammattilaisten ammattieettisiin vaatimuksiin; siihen, millaisten arvojen pohjalta työtä halutaan tehdä.

Koko toimialan osaamisen lisääminen mittavien lisäkoulutusten kautta olisi erittäin suuri investointi, joka ei kuitenkaan auttaisi alan ammattilaisia ylläpitämään ajantasaista tietoa pitkällä aikavälillä. Tarvetta on siis helposti käyttöönotettavalle suunnittelun ja materiaalihankinnan apuvälineelle, joka on selkeä, ajantasainen, kattava ja faktapohjainen.

Tästä syystä olemme kehittäneet Materialisting-alustapalvelun. Alustamme mahdollistaa vastuulliset materiaalivalinnat ja siten työnsä kautta vaikuttamisen ja vastuullisen ammatti-identiteetin kaikille alustan käyttäjille, organisaatiosta riippumatta. Erilaisia materiaaleja koskevan ympäristötiedon löytämisen tulisi olla helppoa, sen pohjalta tehtävien päätösten mahdollisia jokaiselle, ja sen hyödyntämisen helposti kaikissa projekteissa jo nyt uusi normi.



3

Muuttuva fokus

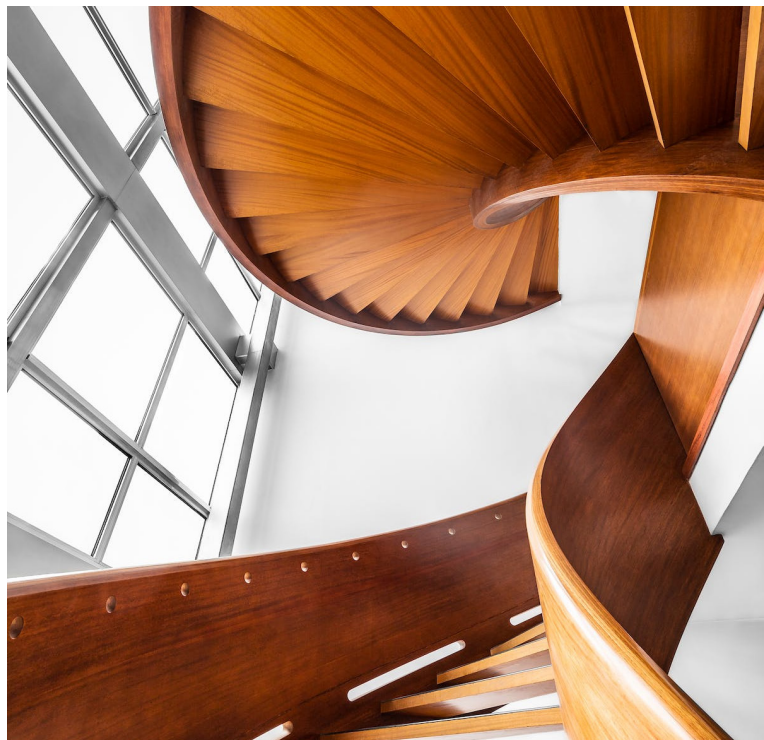
Ilmastonmuutoksen aiheuttamat ongelmat ovat kasvavia, ja niihin liittyvä viestintä ja uutisointi luo painetta eri toimialoille ja yksilöille kantaa kortensa kekoon muutoksen aikaansaamiseksi. Rakentamisen lainsäädäntö sekä säädökset kiristyvät globaalisti nopealla aikataululla, sillä kiinteistö- ja rakennusala on vastuussa suuresta osuudesta globaaleja päästöjä [1].

Tähän saakka suurin osa kiinteistöjen päästöistä on muodostunut lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto- ja muista käytön aikaisista toiminnoista. Rakennusten ympäristöystävällisyyden edistämiseksi tehtävät toimet onkin tähän saakka keskitetty koskemaan erityisesti rakennusten käytönaikaista energiankulutusta. Tätä on ohjannut EU:n energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) [16]. Suomessa laki rakennusten energiatodistuksesta tuli voimaan 2013, ja energiatehokkuuteen on viime vuosina panostettu vahvasti. Lisäksi rakennusalan toimijat ovat lähteneet mukaan erilaisiin vapaaehtoiisiin sitoumuksiin, kuten kansainvälinen Net Zero Carbon Buildings Commitment [17]. Säädosohjauksella tähdätään etenkin uudisrakentamisessa nolla- ja jopa plusenergiatasoon, jolloin rakennus tuottaa enemmän energiaa kuin se kuluttaa.

Rakennusten käytön aikaisia päästöjä on onnistuttu leikkaamaan tehokkaasti. Kiinteistöjen energiatehokkuuden ja siihen liittyvän tekniikan parantua uusien päästövähennysratkaisujen etsiminen kääntyy lisääntyvissä määrin rakennuksiin sitoutuneisiin päästöihin (embodied emissions). Näitä ovat mm. rakennuksissa käytetyt materiaalit ja niiden tuotantoon liittyvät päästöt. Materiaalit muodostavatkin nyt jo lähes puolet tyypillisten uusien rakennusten päästöistä. Tämän toteaa myös Suomen Green Building Council (FIGBC) vuoden -21 koosteessaan (s.8): "Rakennetun ympäristön käytönaikaisten päästöjen vähentämiseen on kiinnitetty huomiota laajasti, mutta tuotesidonnaisten päästöjen hillintä on kiinteistö- ja rakennuslalla melko uutta. Mitä alhaisemmaksi käytönaikaiset päästöt saadaan, sitä merkityksellisemmäksi tuotesidonnaiset päästöt muodostuvat hiilineutraaliutta tavoiteltaessa." [18, 19, 20]

Erilaisia toimintamalleja tämän ongelman ratkaisemiseksi kehitetään. Rakennusten hiilijalanjäljen kokonaislaskentaan on kehitetty erilaisia ohjelmistoja, joissa muodostuvia päästöjä on mahdollista laskea keskiarvo- tai joskus myös tuotekohtaisella tiedolla. Näiden käyttöönoton kynnyks voi kuitenkin usein olla korkea, ja suunnittelutoimistolle suuri investointi niin rahallisesti, kuin käytön opetteluun kuluvien työtuntien muodossa.

Ympäristöystävällisiä suunnitteluratkaisuja edistämään on kehitetty myös erilaisiin pisteytysjärjestelmiin perustuvia rakennussertifiointijärjestelmiä. Suomessa näistä tunnetuimpia ovat mm. Amerikkalainen Leed, brittiläinen Breeam, suomalainen RTS-ympäristöluokitus ja pohjoismainen Joutsenmerkki-rakennus. Suomessa julkistettiin vuonna 2021 kansallinen päästötietokanta, joka kerää yh-



teen erilaisten rakennusmateriaalityyppien hiilipäästöjen keskiarvotietoja. Keskiarvotiedot auttavat rakennuksen hiilipäästöjen arvioinnissa silloin, kun tuotteita ei haluta tai voida määrittää tarkemmin. Keskiarvotieto ei kuitenkaan palvele innovatiivisten tai normaalisuoraa edistyksellisempien tuotteiden löytämistä markkinasta, eikä täten edistä näiden käyttöönottoa ja kehitystä.

Meidän tehtävämme Materialistingilla onkin tehdä näiden tuotteiden löytämisestä, sekä niiden ympäristöarvojen ymmärtämisestä ja hyödyntämisestä helppo ja itsestäänselvä osa suunnittelua! Uskomme, että jokaisella valinnalla on merkitystä yhteisessä matkassamme kohti kestävämpää tulevaisuutta.



Ympäristöystävällisyyden tekijät

Todellinen ympäristöystävällisyys ei ole nimitys, joka on mahdollista lisätä valmiin suunnitelman päälle. Ympäristöystävällinen rakentaminen koostuu suuresta määrästä ominaisuuksia, jotka syntyvät, kun ympäristölle aiheutuvat vaikutukset huomioidaan jokaisen suunnitteluratkaisun yhteydessä. Todellista ympäristöystävällisyyttä ei myöskään saada aikaan keskittymällä vain yksittäiseen päästötyyppiin tai ratkaisuun, vaikka uuden rakentamisen kulttuurin ja lainsäädännön kehittyessä tämä onkin luonnollinen kehitysvaihe.

Rakentaminen kuluttaa suuren määrän resursseja, materiaaleja ja energiaa. Tästä syystä ympäristövaiikutukseltaan suurin suunnittelupäätös on pohtia rakentamisen ehdotonta tarpeellisuutta. Ihmisten määrän kasvaessa globaalisti kohti 10 miljardia tämä tarve on tulevaisuudessa kuitenkin hyvin suuri ja todellinen [21]. Vaadittujen resurssien tarvetta on mahdollista vähentää korjausrakentamisella, mikä näytteleeikin tulevaisuudessa yhä suurempaa roolia mm. rakennusten käyttötarkoituksen muutoksina, sekä rakennusten tila- ja energiatehokkuuden parantamisena. Myös Suomessa vuonna 2020 laadittu Korjausrakentamisen Strategia pyrkii ennen tätä rakennettujen kiinteistöjen päästöjen vähentämiseen 90 prosentilla vuoteen 2050 mennessä [22]. Ympäristöystävällisyyden noustua kilpailuvaltiksi myös kiinteistöalalla, nähdään korjausrakentaminen onneksi yhä useammin varteentottavana vaihtoehtona uudisrakentamiselle.

Käytettyjen resurssien ja energian hyödyntämisen suhteen harva asia on ympäristön kannalta kuormittavampaa kuin tyhjä kiinteistö. Tilojen houkuttelevuuteen, monipuoliseen käytettävyyteen, sekä muokattavuuteen tulevaisuuden muutostarpeiden edessä voidaan vaikuttaa huolellisella tarveselvityksellä ja fiksulla suunnittelulla mm. taloteknis-

ten ratkaisujen ja tilojen muunneltavuuden osalta. Myös materiaalien pitkäikäisyys, korjattavuus, sekä modulaarisuus parantavat tilojen käyttömahdollisuuksia ja muutosjoustavuutta, ja pidentävät näin rakennuksen käyttöikä.

Energiatehokkuuteen, lämmönsäätelyyn ja käytön aikaisiin päästöihin voidaan vaikuttaa taloteknisten- ja laitevalintojen lisäksi arkkitehtonisilla ratkaisuilla, kuten rakennuksen aukotuksilla ja orientaatiolla. Rakennusten energiatehokkuuteen onkin keskitytty vahvasti viime vuosina, minkä seurauksena rakennukseen sitoutuneiden päästöjen (embodied emissions) osuus rakennuksen kokonaispäästöistä onkin noussut suhteessa huomattavasti aiempaa merkittävämpään osaan (lue lisää tästä luvusta 3).

Rakennukseen sitoutuneita päästöjä ovat mm. rakennusmateriaaleista ja niiden valmistamisesta ja hävittämisestä aiheutuvat päästöt. Ilmaston lämpenemiseen vaikuttavat päästöt ilmaistaan usein termillä GWP (Global Warming Potential), ja niiden yksikkönä käytetään CO₂ eq. (hiilidioksidiekvivalentti), joka tarkoittaa kaikkien ilmastoja lämmittävien kaasujen määrää muutettuna hiilidioksidin lämmittävää vaikutusta vastaaviksi.

Jotta materiaalin tai tuotteen todellinen GWP voidaan selvittää, on päästöt huomioitava sen koko elinkaaren ajalta. Useissa tapauksissa ilmoitetut GWP-arvot koskevat ainoastaan osaa tästä, esim. tuotteen valmistuksen aikaisia päästöjä. Tämä ker-
too luonnollisesti vain osan päästöjen kokonaismäärästä. Lisäksi tulisi huomioida tuotteen ylläpidosta, kuljetuksista, sekä hävittämisestä koituvat päästöt. Näihin vaikuttavat myös tuotteen potentiaalinen elinikä sekä mm. materiaalitehokkuus.

Ilmastonmuutoksen aiheuttama nykytilanne huomioiden on ymmärrettävää, että juuri GWP on pääasiallisena tarkastelun kohteena niin lainsäädännön kuin yksityisten toimijoiden osalta, kun pyritään parannuksiin ympäristöystävällisyydessä. Kohtaamme kuitenkin samanaikaisesti myös toisen suuren mullistuksen, johon meidän tulee suhtautua yhtäläisellä vakavuudella: luonnon köyhtyminen ja erilaisten ekosysteemien heikkeneminen. Raaka-aineiden hankinnalla, materiaalien valmistuksella, kuljetuksilla, ylläpidolla, hävittämisellä, sekä näihin prosesseihin kuluvalle energiantuotannolla ja kemikaaleilla on luonnollisesti GWP:n lisäksi myös muita vaikutuksia ympäristöön. Paremman huomisen hyväksi tulisi siis huomioida myös muut kuin ilmakehän lämpenemisen kautta luontoon

syntyvät negatiiviset vaikutukset. Tällaisia ovat esimerkiksi vesien rehevöityminen ja happamoituminen, erilaisten raaka-aineiden hupeneminen tai otsonikato. Näitä vaikutuksia aiheuttavat päästöt tulisi ensisijaisesti tehdä näkyviksi, jotta myös niiden huomioimisesta voisi tulla mahdollista jokaisella suunnittelun asteella.

Alustallamme voit jo nyt ottaa askeleen kohti tulevaisuutta! Materialisting tuo materiaalien elinkaaren liittyvien prosessien aiheuttamat päästöt tarkasteltaviksi kokonaisvaltaisesti ja vertailukelpoisesti, jotta myös ekosysteemeihin vaikuttavat päästöt on mahdollista huomioida ja täten myös minimoida heti suunnittelun alusta lähtien.



5

Ympäristötiedon viestinnän keinoja

Jotta tuotteiden tai rakennusten päästöjä voidaan arvioida todenmukaisesti, on laskennassa huomioitava niiden koko elinkaari. Elinkaaren aikaisten päästöjen laskentaa kutsutaan LCA-laskennaksi (Life Cycle Assessment), ja sen tavoitteena on hahmottaa tuotteesta tai rakennuksesta ympäristölle syntyvät kokonaisvaikutukset.

EPD (Environmental Product Declaration, ympäristöseloste) on tällä hetkellä laajimmin käytössä oleva ja vauhdilla markkinassa yleistynyt LCA-laskennan dokumentaation keino [23]. EPD on riippumaton, standardoitu, sekä kolmannen osapuolen verifioima tapa esittää tuotteen ympäristövaikutukset. Rakennustuotteiden EPD:t laaditaan EN15804 ja ISO 21930 standardien mukaan. EPD:t kuuluvat ISO-ympäristösertifikaattiryhmään 3 (ympäristöselosteet) [24, 25], niiden tarkoitus on todeta tuotteen ympäristölle aiheuttamat vaikutukset kantaa

ottamatta; seloste ei siis kerro onko tuote hyvä vai huono. Seloste myös sisältää tietoa erilaisista ympäristöön vaikuttavista päästöistä monipuolisesti, eikä kohdistu ainoastaan yhteen aihealueeseen. Näin EPD:t eroavat siis yleisesti tunnetuista ympäristösertifikaateista, kuten vaikkapa EU-kukka tai Joutsenmerkki, jotka puolestaan kuuluvat ISO-ympäristösertifikaattiryhmään 1 (ympäristömerkit). Tämän ryhmän sertifikaatit ovat myös kolmannen osapuolen verifioimia, mutta niiden ehtona tuotteen on täytettävä tietyt kriteerit. Tämä kriteeristö on jokaisella ryhmän 1 sertifikaatilla omansa, ja tyyppin 1 sertifikaatit kohdistuvat usein rajattuun aihealueeseen, kuten esim. sisäilmavaikutuksiin tai raaka-aineen hankintaan.

Sertifikaatit ovat suunnittelijoille ja kuluttajalle kuitenkin yksinkertainen tapa ymmärtää tuotteen status suhteessa ympäristötekijöihin, ja toistaisek-

si myös luottamus tiettyihin tunnettuihin ympäristösertifikaatteihin on ollut melko korkea. Samaan aikaan viherpesun muodostama ongelma nähdään kuitenkin haasteena, johon pyritään puuttumaan jo EU-tasolla [12]. Tyypin 1 sertifikaattien määrä on lisäksi niin suuri, että niiden sisältämien kriteeristöjen sisäistäminen, ja täten sertifikaatin saaneen tuotteen ominaisuuksien ymmärtäminen, muodostuu hyvin haastavaksi. Esimerkiksi vain Euroopan alueella on tällä hetkellä käytössä yli 200 erilaista ympäristösertifikaattia.



Sertifikaattien kriteeristöjen ehdot tai raja-arvot, toisin sanoen tieto siitä, mitä sertifikaatit tuotteesta todella kertovat, eivät usein ole julkisesti saatavilla. Näin ollen valinta kohdistuu helposti esim. tuoteseen, jolla on mahdollisimman paljon erilaisia sertifikaatteja. Sertifikaatit eivät myöskään edistä tuotteiden vertailtavuutta; myös samat kriteerit täyttäneiden tuotteiden välillä voi olla suuria eroja muissa, tuotteen kokonaisympäristöystävällisyyteen vaikuttavissa osa-alueissa. Koska tuotteen ympäristövaikutukset ovat hyvin monipuolinen kenttä, haasteena on lisäksi, että tärkeimpiä tuotteen ympäristöarvoihin vaikuttavia tekijöitä ei välttämättä osata tunnustaa, eikä näin arvioida, minkä aihealueen sertifikaatteihin tulisi panostaa tai kiinnittää huomiota. Tämän lisäksi sertifikaatit ovat usein varsin kalliita, mikä aiheuttaa etenkin pienten materiaalivalmistajien kohdalla hankalaa pohdintaa siinä, mihin nämä satsaavat.

Koska EPD:t perustuvat LCA-laskentaan, eli niissä on huomioitu päästöt tuotteen koko elinkaaren ajalta, on tieto päästöistä myös eriteltävissä tuotteen elinkaaren eri vaiheisiin. Nämä vaiheet on selosteissa jaettu moduuleihin: moduuli A kertoo tuotteen raaka-ainehankinnan, valmistuksen ja asennuksen, B käytön, ja C hävittämisen ajalta ai-

heutuvista päästöistä. Kukin näistä on jaettu myös tarkempiin vaiheisiin, jotka merkitään numerolla, esim B2. Moduuliin D on koottu kustakin mitatusta aihealueesta syntyvät ympäristön kannalta hyödylliset vaikutukset. Vuoden 2022 heinäkuusta lähtien laadittavien ympäristöselosteiden on noudatettava uutta standardia EN 15804+A2, mikä tekee niiden sisältämästä tiedosta liittyen tuotteiden erilaisiin ympäristövaikutuksiin entistä kattavampaa ja monipuolisempaa [26].

Ympäristöselosteiden heikkous on, että tämä monipuolinen tieto tuotteen ympäristövaikutuksista on ilmaistu erittäin vaikeaselkoisessa muodossa, ja sen ymmärtäminen ja sisäistäminen vaatiikin erittäin vahvaa perehtymistä. Tämän me Materialistینگilla halusimme muuttaa.

Alustallamme ympäristöselosteiden sisältämä informaatio on saatavissa selkeässä, havainnollisessa muodossa, elinkaarivaiheittain, ja tuotekohtaisesti. Näin tämä monipuolinen data saadaan hyödynnettyä mahdollisimman kattavasti, tieto on helpposti saavutettavaa ja ymmärrettävää, ja tuotteiden vertailu eri ympäristötekijöillä mahdollista. Lisäksi myös tuotteille myönnettyt sertifikaatit ovat nähtävillä ja tuotteet niiden perusteella haettavissa.

6 Hiilipäästöt

Tuotteen, rakennuksen tai palvelun ympäristövaikutuksista puhuttaessa keskiöön nousevat nopeasti hiilipäästöt. Hiilidioksidi, sekä eräät muut kaasut, kuten metaani, vaikuttavat ilmakehään lämmittävästi ja edesauttavat ilmastonmuutosta. Yleisesti hiilipäästöistä puhuttaessa tarkoitetaan näiden useiden eri kaasujen aikaansaamaa ilmakehää lämmittävää yhteisvaikutusta. Vaikutus ilmaistaan yleisesti termillä GWP (Global Warming Potential), jonka yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂ Eq.). Tämä lukema ilmaisee näiden kaasujen yhteisen ilmastoa lämmittävää vaikutusta muunnettuna hiilidioksidin ilmastoa lämmittävää vaikutusta vastaavaksi.

GWP:n laskennan mekanismit ovatkin jo melko vaikiintuneet. Se on siis jo tällä hetkellä kohtuullisen helposti hyödynnettävä ja käyttöön otettava yksittäinen arvo, ja tästä syystä valikoitunut keskeiseksi suureeksi myös rakennusten ja materiaalien ympäristövaikutusten arvioinnissa ja raportoinnissa.

Hiilineutraalius terminä on tullut tutuksi - ja jäädäkseen. Uutena terminä on opittu tuntemaan myös *hiilijalanjälki*, joka kuvaa tuotteen kokonais-GWP-päästöjä ja niiden aiheuttamia negatiivisia ilmasto-vaikutuksia. Sen vastaparina toimii *hiilikädenjälki*, joka ei ole terminä vielä yhtä vakuuntunut. Se kuvaa tuotteen aiheuttamia positiivisia ilmastovaikutuksia, joita ei olisi syntynyt ilman tuotteen valmistamista [27]. Hiilikädenjälkeen voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomiota esimerkiksi energiatehokkuuteen, materiaalitehokkuuteen, ympäristöystävällisiin raaka-ainevalintoihin, kierrätettävyyteen, hukkamateriaalin määrään, sekä tuotteiden käyttöikään ja käytettävyyteen.

Niin EU-tasolla kuin kansallisissa rakennuslain uudistuksissa (Suomessa 2024) CO₂ Eq. -päästöt ovat ensimmäinen pakolliseksi raportoitavaksi valittu päästötieto, jota seurataan niin rakennuksen energiatehokkuuden kuin rakennukseen sitoutuneiden päästöjen (embodied emissions) osalta [4]. Ilmasto- ja lämmittävien kaasupäästöjen seuraaminen on luonnollisesti ensimmäinen askel kohti niiden todellista vähentämistä. Tällä muutoksella onkin erityinen kiire, sillä kiinteistö- ja rakennusala vastaavat jo nyt (2022) n. 39% kaikista maailman hiilipäästöistä [1]. Jotta rakennusteollisuuden on mahdollista vastata ennustetusti n. 10 miljardin ihmisen tarpeisiin maailmanlaajuisesti vuoteen 2050 mennessä, on tulevaisuuden rakentamisen ja asumisen GWP-luku tuotava mahdollisimman lähelle nollaa kaikkien rakennusten sekä rakennustuotteiden elinkaaren vaiheiden osalta. Jo aiheuttamamme vahingon peruuttamiseksi, niiltä osin kuin se on mahdollista, olisi lisäksi pyrittävä sitomaan ilmasta enemmän hiilipäästöjä kuin niitä tuotetaan. Yhteiskunnistamme olisi siis tultava *hiilinegatiivisia*.

Rakennusalan toimijoiden ja lainsäätäjän huomion keskittyessä vahvasti GWP-lukemaan, on kuitenkin vaarana *hiiliputkinäkö*: unohtamme tuotteiden ja rakennusten aiheuttamien muiden ympäristövaikutusten merkityksen keskittyessämme vahvasti hiilijalanjälki-lukemaan. Kuitenkin myös nämä, erilaisten ekosysteemien ja luonnon tasapainon järkkymiseen liittyvät uhat, vaikuttavat ihmislajin ja sivilisaatiomme selviytymiseen ja menestymiseen, yhdessä ilmaston lämpenemisen kanssa. Tällaisia ovat esimerkiksi ihmisen aiheuttama vesien happamoituminen, otsonikato, vesien rehevöityminen, ilman saastuminen, sekä erilaisten uusiutuvien sekä uusiutumattomien luonnonvarojen ylikäyttö ja hupeneminen [28].





Pitkäikäisyys korjattavuus modularisuus

Kun arvioidaan tuotteen ympäristöystävällisyyttä, yksi tärkeimmistä huomioitavista tekijöistä on tuotteen pitkäikäisyys. Pitkään kestävä tuotetta ei ole tarpeen uusida usein, vaan se säilyy käyttökelpoisena pitkään, jopa koko rakennuksen eliniän ajan. Tällaisen tuotteen valinnalla vältetään raaka-ainemenekki sekä päästöt, joita aiheutuu uuden tuotteen valmistamisesta, sekä myös päästöt ja jäte, jotka syntyvät poistettavan tuotteen hävittämisestä, sekä näiden tuotteiden kuljetuksista.

Tuotteen elinkaaren aikana syntyvät ympäristökuormat on huomioitava suhteessa tuotteen käyttöikäen (Material Service Life, MSL). Käyttöikä on luonnollisesti riippuvainen kohteen tyypistä; saman tuotteen vaihtoväli saattaa vaihdella paljonkin esimerkiksi retail- ja kotitalouskohteen välillä. Ympäristöselosteissa (EPD) tuotteiden käytön aikaiset ympäristövaikutukset (moduuli B) onkin yleisesti ilmoitettu yhden käyttövuoden ajalta.

Ympäristökuormaa muihin tuotteisiin tai materiaaleihin vertailtaessa on huomioitava vertailtavien tuotteiden MSL myös suhteessa rakennuksen käyttöikäen: montako kertaa tuotteet täytyisi hypoteettisesti valmistaa ja hävittää uudelleen rakennuksen elinkaaren aikana. Vain näin tuotteiden päästöt ovat vertailtavissa siten, että tuotteen pitkäikäisyyden merkitys saa sille kuuluvan painoarvon ympäristöystävällisyyttä lisäävänä tekijänä.

EU:n ja myös Suomen standardeissa tuo ajanjakso, rakennuksen viitteellinen käyttöikä, on tällä hetkellä 50 vuotta. Tämän riittävydestä on keskusteltu runsaasti, mutta toistaiseksi vaikuttaa, ettei sitä olla vielä rakennuslain uudistukseenkaan (2024) yhteydessä nostamassa. Korkeampi rakennukselta vaadittu käyttöikä nostaisi myös siinä käytettyjen materiaalien käyttöiän vaatimusta, ainakin epäsuorasti, varsinkin rakenteiden sisään jäävien materiaalien osalta.

Tilojen suunnittelussa tuotteiden tai materiaalien pitkä elinikä olisi myös mahdollista huomioida nykyistä useammin, nimenomaan ekologisuutta parantavana tekijänä. Pitkäikäisten materiaalien käyttö läpi projektin, yhdessä muiden aikaa kes-

Useilla materiaalien tuotannossa ja rakentamisessa käytetyillä aineilla tai tuotantotavoilla on siis hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muita haitallisia ympäristövaikutuksia, ja esimerkiksi EU onkin vahvasti linjaamassa erilaisten ekosysteemien huomiointia tulevaisuuden kannalta väistämättömäksi kehityssuunnaksi [29]. Selkeänä pyrkimyksenä onkin kyetä tulevaisuudessa arvioimaan ja vertailemaan materiaalien ja tuotteiden ympäristöystävällisyyttä kokonaisvaltaisesti.

Tämän tulevaisuuden kehityssuunnan Materialisting tuo osaksi suunnittelutyön käytänteitä jo tänään. Tällä hetkellä tuotteista ja materiaaleista ilmoitetut erilaiset ympäristötiedot ovat vielä yleisesti hajanaisia ja vaikeasti saavutettavia, tuotteiden GWP:n ilmoittaminen on vasta tulossa pakolliseksi, eikä muiden ympäristöön vaikuttavien päästöjen osuutta tai merkitystä päästöistä usein huomioida, vaikka sitä koskevaa tietoa tuotetaan jatkuvasti enemmän.

Alustallamme tuomme helposti saataville tiedot tuotteiden vaikutuksista niin ilmastoon kuin erilaisiin ekosysteemeihinkin, kattavasti ja vertailtavasti, ja autamme näin suunnittelijoita ottamaan suuren askeleen kohti erilaisten ympäristövaikutusten kokonaisvaltaista huomioimista luontevana osana työtään.

tävien suunnitteluratkaisujen kanssa, voisi myös potentiaalisesti lisätä rakennuskannan elinikää kokonaisuudessaan, ja vaikuttaa lopulta positiivisesti rakennuksilta vaaditun vähimmäiskäyttöiän määritykseen.

Tärkeä tuotteen pitkäikäisyyteen sen kestävyys lisäksi vaikuttava tekijä on sen korjattavuus; onko tuotteeseen saatavissa varaosia, tai onko se modulaarinen. Mikäli tuote on vaihdettavissa sen rikkoutuessa vain osittain, kokonaisten rakenteiden tai pintojen purkamisen sijaan, säästöä syntyy niin käytetyissä raaka-aineresursseissa, energiassa, kuin jätteen määrässä. Tämän periaatteen toteutumiseen vaikuttavat käytännön tasolla vahvasti varaosien saatavuus, niiden kohtuullinen hinta verrattuna täyteen tuotteeseen, sekä asennus- ja korjauspalveluiden saatavuus.

Modulaarisuus on suuresti ekologisuutta edistävä tekijä paitsi tuotteiden, myös kokonaisten tilojen suunnittelussa. Tilojen, materiaalien ja tuotteiden muokattavuus lisää niiden käyttökelpoisuutta pitkälle tulevaisuuteen. Tätä edesauttaa muuntojoustavuuden huomiointi jo suunnitteluvaiheessa.

Esimerkiksi tilasuunnittelussa erilaiset talotekniset ratkaisut on mahdollista suunnitella valmiiksi siten, että ne fasilitoivat tulevaisuudessa monenlaisia käyttötärpeitä sekä tilajakorjauksia rakennuksen sisällä. Materiaaleissa tai kalusteissa voidaan myös panostaa mm. purettaviin kiinnitysratkaisuihin, jotka mahdollistavat tuotteen käytön myöhemmin toisessa kohteessa, tai eri muotoisena. Oli kyseessä sitten tila tai yksittäinen tuote, muuntojoustavat ratkaisut lisäävät käyttöikä merkittävästi, ja saavat aikaan suuret säästöt ympäristöön kohdistuvassa kuormassa.

Me Materialistingilla annamme tuotteen pitkäikäisyydelle sen ansaitseman huomion. Alustallemme näet kaikkien listaamiemme tuotteiden ympäristövaikutukset virallisen rakennusten vähimmäiskäyttöiän ajalta (50 vuotta). Lyhyemmän käyttöiän omaavien tuotteiden vaihtotarve ja sen synnyttämät päästöt, niin uuden tuottamisessa kuin vanhan hävittämisessä, on huomioitu kaikissa ilmoittamisemme arvoissa. Tuotteiden vertailu on siis aidosti reilua. Alustallemme näet myös, mikäli tuote on modulaarinen.



Kiertotalous

Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos sekä luontokato; biodiversiteetin ja useiden ekosysteemien tuhoutuminen, ovat jo tällä hetkellä todellisuutta maailmassa jossa elämme. Koska kohtaamme ongelmat ovat monimuotoisia, ja suurta häittää ympäristöllemme aiheuttavat kasvihuonekaasujen lisäksi myös muut päästöt, olisi neutraaliuteen pyrittävä kaikkien päästötyyppien osalta. Lisäksi syntyvän jätteen määrä olisi kyettävä minimoimaan. Ihmisten määrän maailmassa kasvaessa samaan aikaan ennennäkemätöntä tahtia, kasvaa luonnollisesti myös tarve uudelle rakennetulle ympäristölle. Ainoa keino näiden kehityssuuntien yhteensovittamiseksi on siirtyä *kiertotalouteen*.

Kiertotalous on yhteiskunnan toiminnan muoto, jonka perusajatuksena on kaiken materiaalin hyödyntäminen mahdollisimman pitkään, jolloin uuden materiaalin valmistuksesta koituvat haitat ympäristölle voidaan välttää. Ajatusta kuvaamaan käytetään usein termiä *cradle-to-cradle*, joka kuvaa käytöstä poistuvan materiaalin paluuta käyttökelpoiseksi yhä uudelleen. Hävitettäväksi päätyvästä materiaalista käytetään vastaavasti termiä *cradle-to-grave*. Tämä lineaarinen malli kuvaa tähänastista asennoitumistamme tuotteiden elinkaareen, joka ei ole kestävä, ja josta on siksi pyrittävä pois. Termi *cradle-to-gate* puolestaan tarkoittaa ainoastaan

tuotteen valmistusvaihetta, joka ei huomioi tuotteen käytöstä tai hävityksestä aiheutuvia päästöjä.

Tuotteiden kierrätettävyys on luonnollisesti olennainen osa *kiertotalouden periaatteita*. Toimivaan kiertotalouteen siirtyminen vaatii suurta panostusta etenkin kierrätyspalveluiden infrastruktuuriin, kuten esimerkiksi maakohtaisiin lajittelumahdollisuuksiin ja purkutyömaiden lajittelukäytänteisiin. Suurta muutosta vaaditaan myös kulttuurin ja asenteiden tasolla, jotta käytöstä poistuvat materiaalit opitaan näkemään jätteen sijasta *resursseina*, joilla on arvoa. Siirtymä uudenlaiseen kulttuuriin on monialaisen yhteistyön tulos, joka vaatii yhtäaikaisesti niin tutkimusta materiaalien uusiokäytön mahdollisuuksista, innovatiivisia sovelluksia, kuin ylätasoa ohjausta mm. lainsäädännön ja taloudellisen ohjauksen avulla [30, 31].

Tämä siirtymä on onneksi jo alkanut, ja sen tuloksia on nähtävissä enenevässä määrin yhteiskunnan eri osa-alueilla. Materiaalien valmistuksessa suuri osa valmistuksen aikaisesta hukasta kierrätetään jo nyt täysin, sillä tämä on myös taloudellisesti kannattavin toimintatapa. Tämän lisäksi valmistajat tarjoavat yhä enemmän palveluita myös käytöstä poistuvan materiaalin keräämiseen uusiokäytettäväksi omassa tuotannossaan. Todellinen kiertotalous vaatiikin juuri tämän kaltaisia käytännön toimia, jotta käytöstä poistuvan materiaalin potentiaali on mahdollista hyödyntää mahdollisimman kattavasti.

Kiertotalouden kannalta kannattavimpana kierrätyksen muotona toimii materiaalin käyttö uudelleen joko samana tuotteena (*recycling*) tai osana uutta, saman tai korkeamman jalostusasteen tuotetta (*upcycling*). Usein materiaalien rakenne kuitenkin haurastuu uusien käyttökierrosten myötä, ja lopulta ne hävitetään, tai mahdollisuuksien mukaan kierrätetään osana matalamman jalostusasteen tuotetta, esimerkiksi maanrakennusaineena.

Sekä bio- että fossiilipohjaiset materiaalit, kuten puu tai muovi, sisältävät hiiltä, joka varastoituu tästä materiaalista valmistettuun tuotteeseen. Tuotteiden pysyessä kierrossa pitkään, pysyy myös tuotteisiin sitoutunut hiili pois ilmakehästä; tuotteet toimivat siis hiilivarastoina. Kun tuote hävitetään esimerkiksi polttamalla, vapautuu tuotteen sisältämä hiili ilmaan hiilidioksidiksi, joka vaikuttaa ilmastoon lämmittävästi. Tästä syystä materiaalien uusiokäyttö pitkäikäisinä, korkean jalostusasteen tuotteina on erityisen tärkeää.

Jotta käytöstä poistuvat tuotteet olisi mahdollista hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti kiertotalouden periaatteiden mukaan, on tämä huomioitava jo suunnittelussa. Tuotteiden tai niiden osien uusiokäyttö sellaisenaan on päästöjen kannalta kaikkein ympäristöystävällisin kierrätyksen muoto,

sillä näin säästetään myös materiaalin uudelleen prosessoimisesta kierrätyksessä syntyvät päästöt. Tuotteet ja rakenteet olisi siis suunniteltava jo lähtökohtaisesti purettaviksi, jotta niiden uudelleen hyödyntäminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Samaa periaatetta toteuttaa myös tilojen ja tuotteiden suunnitteleminen modulaarisiksi ja korjattaviksi (lue lisää tästä luvusta 7).

Kohtaamiemme haasteiden edessä kiertotalouden voidaan sanoa olevan väistämätön kehityssuunta. Myös kierrätetyn aineksen osuuden raportointi rakennus- tai saneerausprojekteissa käytetyistä materiaaleista on kovaa vauhtia yleistyvää käytäntö.

Materialisting-alusta tekee siirtymän kohti kiertotalouden periaatteita mahdollisimman helpoksi. *Circularity Score* -pisteytyksestämme löydät jokaista listaamaamme tuotetta koskien tiedon siitä, miten hyvin kyseinen tuote soveltuu kiertotalouden eri periaatteisiin. Pisteytyksen osa-alueita ovat mm. kierrätetyn ja uusiutuvan raaka-aineen sekä energian määrä, tuotteen kierrätettävyys, sekä tuotteen pitkäikäisyys ja modulaarisuus.



9 Terveellisyys

Rakennetun ympäristön vaikutus terveyteen on yksi materiaalien valintaan vaikuttavista merkittävistä tekijöistä, yhdessä turvallisuuden sekä muun soveltuvuuden kanssa. Vaikka materiaalien terveysvaikutukset eivät ole suoranainen ekologisuus-tekijä, vaikuttavat ne välillisesti myös tuotteiden ympäristökuormaan määrittämällä tilojen viihtyisyyttä: terveellisten tilojen käyttöaste on suuri, ja nämä tilat, sekä niissä käytetyt materiaalit, pysyvät käytössä pitkään (lue lisää käyttöiän vaikutuksista ympäristökuormaan luvusta 7).



Tilojen terveellisyteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa eri osa-alueisiin, joita ovat esimerkiksi sisäilman laatu ja ilmanvaihto, valaistus, sekä akustiikka. Hyvillä suunnitteluratkaisuilla näihin kaikkiin on mahdollista vaikuttaa.

Hyvän sisäilman edellytykset ovat toimivat rakenteet sekä riittävä ilmanvaihto. *Sisäilmastoon* vaikuttavat fyysiset tekijät kuten ilman kosteus, hiukkasmaiset epäpuhtaudet kuten huonepöly tai asbesti, sekä sisäilman kaasumaiset yhdisteet [32].

Materiaalien tasolla tarkasteltuna suuri vaikutus tilojen terveellisyteen on materiaalien koostumuksella, ja etenkin niistä erittyvillä ainesosilla. Tämä vaikutus on merkityksellisin sisätilojen pintama-

teriaaleissa, joista erittyvät hiukkaset vaikuttavat suoraan hengittämämme sisäilman laatuun. Materiaalivalmistajat seuraavat tarkasti tuotteidensa sisäilmapäästöjä, ja niiden raportointi on yleisesti avointa. Pintamateriaalien sisäilmavaikutuksia valvotaan myös EU-tasolla. EU:n REACH -asetus (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) valvoo EU:n markkina-alueella käytettävien tuotteiden sisältämien kemikaalien turvallisuutta ihmisille ja ympäristölle [33]. Euroopan Kemikaaliviraston (ECHA) ylläpitämä SVHC-listaus (Substances of Very High Concern) seuraa erityistä huolta aiheuttavia kemikaaleja, ja valvoo niiden luvanvaraisuutta ja käsittelyä [34]. Nämä kemikaalit ovat usein suoraa haitallisia ihmisten lisäksi myös ympäristölle.

Rakennus- ja pintamateriaalien osalta kielteisiä sisäilmavaikutuksia aiheuttavat useimmiten niistä erittyvät kaasumaiset yhdisteet: VOC-päästöt, formaldehydi ja muut aldehydit, sekä ammoniakki. Näitä yhdisteitä erittyy rakennusmateriaalien lisäksi myös muista lähteistä, kuten pesuaineista tai kosmetiikkatuotteista [35].

VOC (Volatile Organic Compound) on kattotermi suurelle joukolle sisäilmaan vaikuttavia orgaanisia kaasumaisia yhdisteitä. Yleisimmin materiaaleista johtuvia VOC-päästöjä on runsaimmin juuri valmistuneissa tiloissa, joissa materiaalit ovat uusia, mutta korkea lämpötila tai kosteuspitoisuus voivat lisätä myös vanhojen materiaalien emissioita.

Rakennusmateriaaleista erittyvät VOC:it ovat usein peräisin liuotin- ja raaka-ainejäämistä, tai valmistusprosessien reaktio- ja hajoamistuotteista [36]. Yksittäisten yhdisteiden määrä on usein pieni, mutta etenkin useampien yhdisteiden yhteisvaikutusten nähdään olevan terveydelle haitallisia. Materiaalien VOC-päästöt ilmoitetaan usein kokonaislukuna, TVOC (Total Volatile Organic Compound). VOC:eille herkistyminen aiheuttaa mm. limakalvojen ärsytystä sekä päänsärkyä. Turvallisuutta TVOC-rajana pidetään viitteellisesti pitoisuutta 200 µg/m³ [35].

Formaldehydi (CH₂O) on hiilivety, jonka pääasiallinen päästölähde on tähän saakka ollut ureaformaldehydiliimaa sisältävä lastulevy. Formaldehydiä sisältäviä liimoja on käytetty myös muissa puutuotteissa, kuten paneeleissa, parketeissa ja laminaateissa. Sitä löytyy myös karbamidi- ja melamiinipohjaisista lakoista ja maaleista, sekä joistain tekstiileistä. Ammoniakki (NH₃) erittyy hajoamistuotteena orgaanisia aineita sisältävistä materiaaleista, esim. kuiviin tiloihin tarkoitetuista tasoiteista, usein runsaan kosteuden seurauksena. Myös formaldehydi ja ammoniakki aiheuttavat mm. limakalvojen ärsytystä sekä päänsärkyä, ja formaldehydi on todettu mutageeniseksi aineeksi [35].

Nykyään valmistettavien rakennustuotteiden ja pintamateriaalien valmistajat pyrkivät minimoimaan tuotteidensa sisäilmapäästöjä korvaamalla esim. niissä käytettäviä liimoja ja muita ainesosia. Sisäilman kannalta terveellistä tuotteista kertomaan on luotu useita sertifiointiohjelmiä. Suomessa käytettyjä sisäilmasertifikaatteja ovat esimerkiksi M1 sekä Allergia- ja astmaliiton Allergiamerkki. Käytössä on myös materiaalityyppikohtaisia sertifikaatteja, kuten lattiamateriaalien sisäilmapäästöistä kertova Floor Score. Myös erilaiset rakennusertifiointijärjestelmät, kuten Breeam tai Well, huomioivat materiaalien sisäilmapäästöt osana hankekohtaista pisteytystä.

Yleisesti sertifikaatit kertovat arvioidun tuotteen täyttävän tietyn kriteeristön koskien sisäilmapäästöjä. Arviointikriteeristö sekä vaaditut raja-arvot vaihtelevat sertifikaatista toiseen, mikä tekee tuotteiden vertailemisesta erilaisten sertifikaattien perusteella haastavaa (lue lisää sertifikaateista luvusta 5).

Terveellisten materiaalien lisäksi hyvän sisäilman edellytys on riittävä ilmanvaihto, sekä toimivat ja ehjät rakenteet. Etenkin saneerausten yhteydessä tehtävät valinnat on sovittava huolellisesti yhteen alkuperäisten rakennusmateriaalien ja -tekniikoiden kanssa, jotta rakenteeseen ei pääse muodostumaan sisäilmaa vaarantavia muutoksia.

Hyvän ilmanvaihdon lisäksi myös kasvit toimivat luontaisina ilmanpuhdistajina. Ne sitovat partikkelia ja huolehtivat sisäilman riittävästä happipitoisuudesta. Sisä- ja ulkotilan yhdistäminen onkin vahva trendi, joka on edelleen keskeinen kaikenlaisten tilojen suunnittelussa; asuintiloista toimistoihin ja urbaaniin kaupunkitilaan. Sisäilmahyötyjen lisäksi kasvit parantavat tilojen viihtyisyyttä useiden psykologisten vaikutusten kautta, sekä parantavat tilan akustiikkaa.

Hyvin ja monipuolisesti suunnitelluilla akustiikkaratkaisuilla, sekä hyvin toteutetulla valaistuksella on myös monia vaikutuksia sekä psyykkiseen että fyysiseen hyvinvointiin [37, 38]. Ne auttavat esimerkiksi alentamaan stressitasoa ja parantamaan keskittymiskykyä, vaikuttamalla mm. hormonitoimintaan, sekä vähentämällä turhia aistiärsykeitä. Niillä on myös ratkaiseva rooli tilojen toimivuuden muodostamisessa ja optimoinnissa.

Käyttäjilleen miellyttävän tilan käyttöaste on korkea, ja sen muodostamat hukkapäästöt pienet. Tällä on suuri merkitys siihen, kuinka suuren rasituksen rakennus ympäristölle muodostaa. Tästä syystä Materialisting mahdollistaa materiaalien terveystekijöiden huomioimisen yhtäaikaaisesti ympäristötekijöiden kanssa, jotta kohteeseen parhaiten soveltuvien materiaalivalintojen tekeminen olisi mahdollisimman vaivatonta.

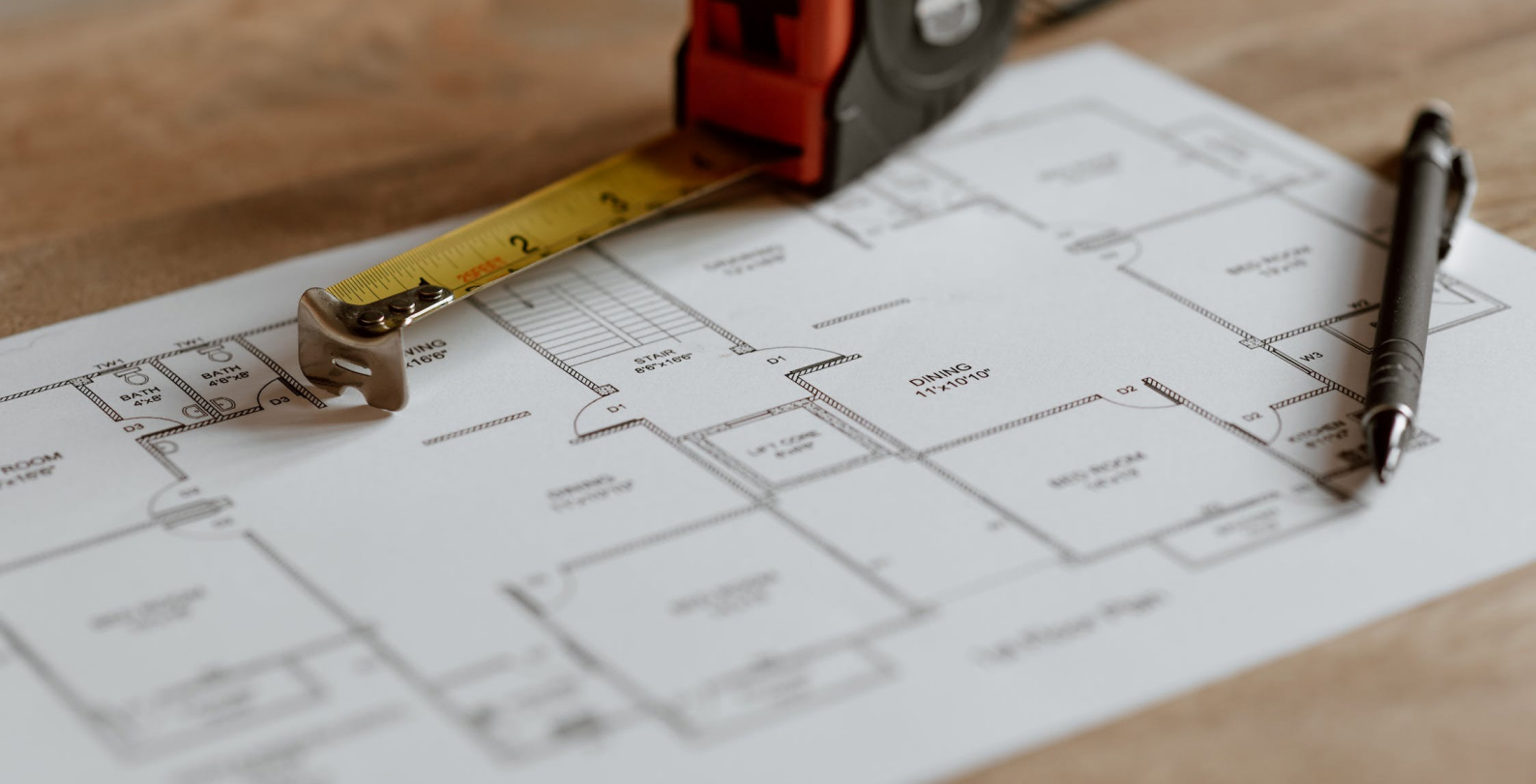


10

Täydellinen tuote/tila?

Ympäristölle mahdollisimman vähän haittaa tuotavan rakentamisen kulttuuri on väistämätön tulevaisuuden kehityssuunta. Samalla ympäristöystävällinen rakentaminen on yhdistelmä monenlaisia tekijöitä ja ratkaisuja. Minkälaisiin tuotteisiin ja rakentamisen käytäntöihin alan tulisi siis näiden rajoitusten myötä kehittyä?

Jotta rakennus- ja kiinteistöalan myötävaikutusta ilmaston lämpenemiseen saadaan jarrutettua, on niin rakennuksissa käytetyn energian tuotannosta kuin rakentamiseen käytettävistä tuotteistakin tultava hiilineutraaleja. Näin kyetään kuitenkin vain nollaamaan ilmastoa lämmittävien päästöjen aktiivinen muodostus. Sen sijaan että jarruttaisimme päästöjen tuotannon sellaiselle tasolle, joka on jo valmiiksi ilmaston kannalta kestävä, on tilanetta pyrittävä aktiivisesti parantamaan. Aidosti tulevaisuuskestävän rakennuksen tai tuotteen olisi siis kyettävä sitomaan itseensä enemmän hiiltä ja muita ilmastoa lämmittäviä päästöjä kuin sen valmistus, käyttö tai hävitys niitä tuottaa.



Pitkäikäiset, korkean jalostusasteen tuotteet varastoivat materiaaliin sitoutuneen hiilen rakennuksen rakenteisiin pitkäksi aikaa. Kuitenkin myös tämä varastoitunut hiili vapautuu lämmittämään ilmastoaamme, mikäli materiaalit rakennuksen purkamisen jälkeen hävitetään, esimerkiksi polttamalla tai mädättämällä. Tämä pitää paikkansa, vaikka näin syntynyttä sivutuotetta, kuten lämpöenergiaa tai biokaasua, otettaisiin talteen ja hyödynnettäisiin muissa yhteyksissä. Tästä syystä aidosti toimivaan kiertotalouteen siirtyminen on välttämätöntä. Rakennusmateriaalien ja -osien uusiokäyttö ja kierrätys pitää niihin varastoituneen hiilen poissa ilmakehästä paljon yhden rakennuksen käyttöikä pidemmän ajan. Näin jarrutamme päästöjen syntymisen tahtia ja annamme maapallomme hiilinieluille, kuten metsille ja merille, mahdollisuuden sitoa ilmakehästä hiilidioksidia yhtä nopeasti tai nopeammin, kuin sitä meidän toimestamme tuotetaan.

Kiertotalouden toimivuus on tärkeää myös erilaisten resurssien riittävyyden kannalta. Uusiokäytetty materiaali vähentää neitseellisten, niin uusiutuvi- en kuin fossiilisten, raaka-aineiden kulutusta, sekä säästää esimerkiksi maa-alan ja veden kulutusta. Tällä on suuri merkitys hiilipäästöjen lisäksi erityisesti erilaisten ekosysteemien palautumisen ja säilymisen kannalta. Tarve neitseellisiä luonnonvaroja vain minimaalisesti kuluttavalle rakentamiselle, kuin myös muulle tuotannolle ja toiminnalle, korostuu erityisesti ihmisten määrän kasvaessa tulevina vuosikymmeninä radikaalisti.

Luonnonvarojen säästeliästä käyttöä voidaan edesauttaa myös resurssi-intensiivisyyden optimoinnilla niin tuotteiden kuin erilaisten prosessien kehityksessä. Saman suorituskyvyn aikaansaaminen

pienemmällä materiaali- ja energiamäärällä tai innovatiivisilla rakenteilla onkin tärkeä osa tulevaisuuden rakentamisen käytänteiden kehitystä.

Materiaalien suorituskyvyllä on vahva linkki myös niiden pitkäikäisyyteen. Aikaa kestävät, muuntojoustavat, korjauskelpoiset, sekä purettaviksi ja uusiokäytettäviksi suunnitellut materiaalit ja tilaratkaisut tuottavat rakennuksia, jotka palvelevat käyttäjiään pitkään, ja adaptoituvat ympäröivän kaupunkikuvan, kulttuurin ja demografian muuttuessa.

Pitkäikäisten rakennusten lähtökohtana on taitava suunnittelutyö, joka varmistaa tilojen terveellisyyden ja turvallisuuden lisäksi myös niiden tarpeellisuuden, sekä käytettävyyden optimoinnin ja muunneltavuuden. Tästä esimerkkinä on jo nyt nähtävissä vaikkapa erilaisia asumista ja työntekoa uudella lailla yhdistäviä konsepteja. Kaupunkien rakenteen yhä tiivistyessä voidaan ympäröivää yhteisöä ja tulevaa käyttäjäkuntaa aidosti osallistavalla suunnittelulla lisätä merkittävästi rakennusten käyttöastetta, sekä nopeuttaa uudentyypisten konseptien käyttöönottoa ja integroitumista osaksi ympäristöään.

Jotta alaa koskevat ilmastotavoitteet voidaan saavuttaa, ympäristövaikutusten huomiointi täytyy siirtää kuriositeetin asemasta luontevaksi osaksi jokapäiväistä suunnittelutyötä. Tätä edistämme Materialistingilla tekemällä materiaalien ympäristövaikutuksista ymmärrettäviä ja niiden vertailemisesta helppoa. Samalla lisäämme myös alan läpinäkyvyyttä niin materiaalivalmistajien, suunnittelijoiden kuin kaikkien kiinteistöalalla työskentelevien kesken.

11

Vaikuttamisen keinot ja pullonkaulat

Kestävän kehityksen tavoitteet ovat korkealla ja muutosta rakentamisen kulttuurissa tarvitaan kiipeästi. Mitä siis vaaditaan, jotta muutos kohti kestävämpää rakentamisen kulttuuria nopeutuisi ja suunta kirkastuisi?

Kestävän rakentamisen kenttä koostuu suuresta joukosta eri alojen ammattilaisia, eikä todellinen muutos ole mahdollinen ilman aitoa ja sujuvaa yhteistyötä. Yhteistyön tulisi ulottua viranomaisista ja tutkijoista aina yksittäisiin ammatinharjoittajiin ja kiinteistöomistajiin, ja samanaikaisesti läpäistä myös koko rakennusprojektin kaari: tilaajasta suunnittelijoihin, materiaalivalmistajiin, konsultteihin, urakoitsijoihin, alihankkijoihin, sekä rakennuksen loppukäyttäjään.

Kasvava osa näihin eri ammattiryhmiin kuuluvista toimijoista kokee jo muutoksen aikaansaamisen tärkeäksi ja pyrkii sitä toiminnassaan aktiivisesti edistämään [17, 39]. Myös taloudelliset kannusteet lisäävät ympäristö- ja ilmastokestävän kehityksen tavoitteiden priorisointia sekä niiden aseman vahvistumista kilpailutekijöinä [40]. Käytännön tasolla ympäristöystävällisyyden parantamiseksi tehty työ ei kuitenkaan aina saavuta sen ansaitsemaa näkyvyyttä. Esimerkiksi materiaalivalmistajat hankkivat tuotteilleen yhä enemmän elinkaarilaskentaan perustuvia ympäristöselosteita todentaakseen tuotteidensa ympäristöystävällisyyttä, mutta usein tämä tieto jää hyödyntämättä näiden dokumenttien vaikeaselkoisuuden vuoksi [10, 23]. Tämä tarkoittaa, että niiden laatumiseen käytetyt niin henkilö- kuin taloudelliset resurssit valuvat hukkaan, eivätkä suunnittelussa tehdyt päätökset perustu tähän tietoon.

Suunnittelijoilta odotetaan yhä parempia valmiuksia ympäristöystävällisten ratkaisujen tekemiseen ja perustelemiseen, niin asiakkaiden puolesta, kuin rakentamisen ympäristöpäästöihin liittyvän lainsäädännön kiristyessä kovaa vauhtia, niin kansallisella kuin EU-tasolla. Aiheella on suunnittelijoiden keskuudessa usein myös henkilökohtaista arvoa, vaikka oman työn kautta vaikuttamisen mahdollisuudet koetaan vielä varsin rajallisiksi [40, 41]. Viherpesun yleistymisen myötä myös epäluotamus materiaaleja koskevaan informaatioon ja mainostukseen lisääntyy. Eri tahojen välinen kom-



munikaatio ja avoimuus ovatkin ratkaisevassa asemassa muutoksen edistämisessä. Luotettavan kommunikaation ja läpinäkyvyyden puute muodostavat uudenlaisen rakentamisen kulttuurin kehittymiseen pullonkauloja.

Yksi tällainen pullonkaula on faktapohjaisen tiedon välittyminen materiaalivalmistajilta suunnittelijoille, rakennuttajille, sekä tilaajille helposti hyödynnettävässä muodossa. Rakennukseen sitoutuneiden päästöjen (embodied emissions, lue lisää luvusta 3) osuuden kasvaessa suhteessa kaikkiin rakennuksen aiheuttamiin päästöihin, tulisi materiaaleihin, niiden raaka-ainehankintaan, valmistukseen, asennukseen, käyttöön, sekä hävittämiseen ja kierrätysmahdollisuuksiin liittyvän informaation avoimuuden olla ensisijainen tekijä tulevaisuuskestävien valintojen varmistamiseksi.

Tämän pullonkaulan purkamiseksi erityisen tärkeää on tuoda tämä informaatio mahdollisimman helposti saavutettavaan ja hyödynnettävään muotoon.

Tiedon läpinäkyvyys, vertailtavuus ja sen hankkimisen helppous edistävät ympäristötekijöiden ohjausvaikutusta, eli osuutta suunnitteluratkaisujen valintaperusteena. Tämä on tärkeää etenkin suunnitteluprosessin alkumetreillä, jolloin vaikutusmahdollisuudet toteutettaviin ratkaisuihin ovat vielä suurimmat.

Työkaluille, jotka mahdollistaisivat eri tuotteiden tai tuoteryhmien keskinäisen vertailtavuuden ympäristöarvot laajasti huomioiden tai niiden perusteella, on suuri tarve. Vain avoin tiedonkulku mahdollistaa aidosti informoidun päätöksenteon, tottumuksiin tai uskomuksiin perustuvien päätösten sijaan. Ympäristöystävällisyyden nostaa arvoaan kilpailuvalttina, on siitä tulevaisuudessa mahdollista tulla esimerkiksi hinnan kanssa yhdenvertainen kilpailuun ja myöskin kilpailutuksiin vaikuttava tekijä.

Tämän muutoksen edistäminen on toimintamme keskiössä. Suunnitteluprosessien helpottamiseksi, sekä rakennusalan kokonaispäästövähennysten vauhdittamiseksi olemme kehittäneet selainpohjaisen alustapalvelun, sekä tieteeseen ja markkinatutkimukseen perustuvan prosessin, jolla tuotteista olemassa oleva ympäristödata voidaan viestiä ymmärrettävästi ja saavutettavasti. Materialistingin avulla tiedät, että tekemäsi materiaalivalinnat ovat osa ratkaisua, eivätkä ongelmaa.

Palvelumme lisää merkittävästi alan läpinäkyvyyttä, poistaa viherpesun riskiä, ja tuo ympäristöarvojen huomioimisen suunnitteluprosessin juureen. Panostamme miellyttävään käyttökokemukseen, ja toimimme dynaamisena työkaluna, perinteisten data- ja tietopankkien sijaan. Alustamme säästää huomattavasti tuotteiden valintaan, sekä ympäristötiedon hankintaan, viestintään ja vertailuun kuluva aikaa kaikkien tahojen osalta.

Monipuolisen haun ja vertailun lisäksi alustamme tarjoaa suunnittelijoille mahdollisuuden tallentaa ja jakaa tuotteita, luoda projektiansioita, sekä koostaa raportteja niiden sisältämien tuotteiden

kokonaisympäristövaikutuksista. Tarve näiden tietojen helpolle kommunikoinnille korostuu ympäristötekijöiden vahvistuessa kilpailutekijänä kiinteistömarkkinassa. Mahdollistamme myös rakennuslain uudistuksen myötä pakolliseksi tulevan hankkeen ympäristötietojen raportointiprosessin täydentämisen.

Materiaalivalmistajille Materialisting tarjoaa ainutlaatuisen kanavan tuoda esille panostuksensa tuotteidensa ympäristöystävällisyyteen ja prosessiensa läpinäkyvyyteen, luotettavasti ja ymmärrettävästi. Alusta mahdollistaa suoran näkyvyyden kasvavan ympäristötietoisien suunnittelijakunnan parissa, sekä osoittaa mukana olevien valmistajien pyrkimyksen kohti läpinäkyvää ja avointa kulttuuria.

Alustan kautta valmistajat vastaanottavat myös arvokasta dataa tuotteistaan ja ympäröivästä markkinasta. Tämä tieto on hyödynnettävissä esimerkiksi myyjien kouluttamisessa, markkinoinnin suuntaamisessa tai tuotekehityksen investointeissa, ja tarjoaa paremman ymmärryksen kysynnän ja käyttäjien arvomaailman muutoksesta ja sen tahdistareaalijassa.

Palvelumme kautta voit vaikuttaa alan päästövähennyksien syntymiseen ja kiertotalouteen siirtymiseen usealla tavalla, olit sitten materiaalivalmistaja tai suunnittelija, kun ympäristöarvojen läpinäkyvyys ja ymmärrettävyys mahdollistavat ympäristöystävällisten materiaalien kysynnän nopeamman kasvun. Välitämme alustamme NewsRoom -osion kautta myös yleistä tietoa materiaalien ympäristövaikutuksista sekä muista ajankohtaisista aiheista, sillä uskomme vahvasti tiedon lisääntymisen ja helpon saatavuuden vaikuttavan alan murroksen nopeuteen.

Emme kuitenkaan saa muutosta aikaiseksi yksin. Jotta mikään tästä toimisi, tarvitsemme sinut mukaan toteuttamaan parempaa tulavisuutta kanssamme! Lue lisää alustasta, toiminnastamme ja meistä alustan NewsRoomista, ja ota alusta testaukseen jo tänään!



Materialisting Oy

Olit sitten suunnittelija tai materiaalivalmistaja, me Materialistingilla autamme sinua ottamaan seuraavat askeleesi kohti ympäristöystävällisempää ja läpinäkyvämpää tulevaisuutta!

Jatka matkaa kanssamme näin:

1 SUUNNITTELIJAT

Lähde Premium-käyttäjäksi!

Julkaisemme keväällä 2023 alustallemme joukon Premium-ominaisuuksia, jotka auttavat sinua todella hyödyntämään alustalta löytyvää informaatiota työssäsi. Premium-tilillä voit mm:

Luoda kansioita, niin projekti- kuin fiilistelytarpeisiin.

Tallentaa kansioihin löytämiäsi kiinnostavia materiaaleja.

Jakaa kansioita muiden käyttäjien kanssa ja työskennellä tehokkaammin yhdessä.

Koostaa tallentamistasi tuotteista yhteenvedoja ja raportteja eri tarpeisiin.

Lisätä yrityksesi Conscious Company -listallemme, josta tilaajat voivat etsiä projektileen ympäristötietoisia toteuttajia.

3 WORKSHOPIT

Tilaa Workshopimme luoksesi!

Ole proaktiivinen ilmasto-haasteiden ratkaisemisessa työsi kautta. Autamme teitä löytämään seuraavat askeleet kohti konkreettisesti ympäristöystävällisempää suunnittelutyötä. Workshopimme käsittelee ympäristötietoisten suunnitteluratkaisujen päähaasteita ja tapoja parantaa tilannetta. Tutustumme myös alustaamme yhtenä työkaluna näiden haasteiden ratkaisemisessa.

Workshopin ostaneet suunnittelijat/toimistot pääsevät tutustumaan Premium-ominaisuuksiin jo ennen niiden virallista julkaisua, sekä saavat ensimmäisen vuoden 20% alennuksella!

2 MATERIAALIVALMISTAJAT

Listaa tuotteesi alustallemme!

Valmistajan lisenssillä saat:

Näkyvyyden tuotteillesi tulevaisuuden rakentamista ohjaavien suunnittelijoiden silmien eteen.

Helpon visuaalisen tavan viestiä tuotteidesi ympäristöarvoista niin asiakkaillesi kuin työntekijöillesi.

Dataa tuotteidesi suosioista alustalla sekä tilanteesta markkinassa.

Väylän esitellä toimintasi ympäristöystävällisyyttä tukevia toimia helposti Valmistajan Profiilisi kautta.

Kesään -23 mennessä kanssamme yhteistyöhön lähtevät Materiaalivalmistajat saavat -50% alennuksen ensimmäisen vuoden lisenssimaksusta!

4 MITEN TÄSTÄ ETEENPÄIN?

Ota meihin yhteyttä ja kysy lisää!

Lue lisää näistä mahdollisuuksista, meistä, sekä Materialisting -alustan toimintaperiaatteista osoitteesta:

<https://materialisting.com/newsroom/about-platform>



Linkit

- [1] <https://www.worldgbc.org/embodied-carbon>
- [2] <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/04/Katsaus-kira-ilmastokestävyyden-nykytilaan-04-2021.pdf>
- [3] <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>
- [4] <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>
- [5] <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/green-real-estate-sustainability-corporate-priority/>
- [6] <https://www.jll.co.uk/en/trends-and-insights/research/decarbonizing-the-built-environment>
- [7] <https://www.forbes.com/sites/sap/2021/10/26/how-the-manufacturing-industry-is-making-our-buildings-more-sustainable/>
- [8] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2013
- [9] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021H2279>
- [10] <https://rakennusteollisuus.wordpress.com/2021/05/04/hiilipaastojen-ilmoittaminen-edellyttaa-uusia-tyokaluja/#more-1961>
- [11] <https://www.archdaily.com/978874/50-shades-of-green-the-contradictions-of-greenwashing-in-architecture>
- [12] https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/initiative_on_green_claims.htm
- [13] <https://www.rakennuslehti.fi/mainos/kiertotalous-tulee-tutuksi-uudessa-verkkokoulutuksessa/>
- [14] <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/ymparistovaikutusten-arviointi-on-tullut-rakennusallale-jaadakseen/>
- [15] <https://www.sttinfo.fi/tiedote/nuoret-haluaivat-suosia-vahahiilisia-rakennusmateriaaleja-ymparistoystävällisten-materiaalien-suosio-todennakoisesti-kasvaa-tulevaisuudessa?publisherId=17674611&releaseId=69956019>
- [16] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en
- [17] <https://figbc.fi/projektit/net-zero-carbon-commitment/>
- [18] <https://figbc.fi/uusi-raportti-kiinteisto-ja-rakennusala-voi-olla-taysin-hiilineutraali-vuonna-2050/>
- [19] https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/09/22123951/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf
- [20] <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/12/Tyokaluja-KIRA-alan-hiilineutraaliuteen-ja-kiertotalouteen-kooste-FIGBC-verkoston-tyosta-2021.pdf>
- [21] https://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.x-ql?page_type=esim&course_id=tkoulu_vaesto&lesson_id=13&subject_id=1&example_id=2
- [22] <https://ym.fi/korjausrakentamisen-strategia>
- [23] <https://infogram.com/construction-cas-2022-guide-to-epd-1h8n6m3kwp8ej4x?live>
- [24] <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14020:ed-2:v1:en>
- [25] <https://www.epd-norge.no/getfile.php/1325209-1660230239/Dokumenter/EPD-Norge%20-%20Kategorier%20Milj%C3%B8dokumentasjon%202022%20Generel%20v2%20EN%20110822.pdf>
- [26] <https://ecochain.com/knowledge/en15804-consequences/>
- [27] <https://www.hiilikadenjalki.com/>
- [28] <https://www.environdec.com/resources/indicators>
- [29] https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en
- [30] <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>
- [31] <https://ym.fi/kiertotalous>
- [32] <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto>
- [33] <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>
- [34] <https://tukes.fi/kemikaalit/reach/luvanvaraiset-aineet/erityista-huolta-aiheuttavat-aineet>

[35] <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemialliset-epapuhautudet>

[36] <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailman-laatu/sisailman-epapuhautudet-ja-hajut/>

[37] <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/tietotyön-työympäristöt/hyvinvointia-edistava-työympäristö>

[38] <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/333889/Mikael%20Kopperoinen%20opinn%C3%A4ytety%C3%B6.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

[39] <https://kti.fi/vastuullisuus-kiinteistöliiketoiminnassa-raportti-julkaistu/>

[40] <https://eu-taxonomy.info/info/eu-taxonomy-overview>

[41] <https://www.hs.fi/kulttuuri/art-2000008324237.html>

[42] <https://www.projektiiutiset.fi/kestava-kehitys-ei-ole-sisustussuunnittelussakaan-helpo-asia/>

Kuvat

s.1 Lukas Rychvalsky
s.2 Mitchell Luo
s.3 Vyacheslav Bobin
s.4 & s.17 cottonbro
s.5 Tom Fisk
s.6 Akwice
s.7 Yan Krukov
s.8 Ekaterina Bolovtsova
s.9 Ludvig Hedenborg
s.10 Saeed Khokhar
s.11 Ksenia Chernaya
s.12 Alex Fu
s.13 Oğuzhan Karaca
s.14 Tima Miroshnichenko
s.15 Ashleigh
s.16 Anete Lusina
s.18 Diverse Graphics
s.20 Natã Romualdo
Pexels.com